

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

RAOANA DE SOUZA RIBEIRO

**A INFLUÊNCIA DA DECLIVIDADE TOPOGRÁFICA SOBRE O CARBONO
ORGÂNICO E NITROGÊNIO TOTAL DO SOLO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

FRANCISCO BELTRÃO
2017

RAOANA DE SOUZA RIBEIRO

**A INFLUÊNCIA DA DECLIVIDADE TOPOGRÁFICA SOBRE O CARBONO
ORGÂNICO E NITROGÊNIO TOTAL DO SOLO**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Ambiental da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná, Campus Francisco
Beltrão, como requisito para a obtenção do
título de Engenheiro Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Davi Zacarias de Souza

FRANCISCO BELTRÃO
2017



Ministério da Educação

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Campus Francisco Beltrão

Curso de Engenharia Ambiental

TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC2

**A INFLUÊNCIA DA DECLIVIDADE TOPOGRÁFICA SOBRE O CARBONO
ORGÂNICO E NITROGÊNIO TOTAL DO SOLO**

por

Raoana de Souza Ribeiro

Trabalho de Conclusão de Curso 2 apresentado às 11 horas., do dia 22 de junho de 2017, como requisito para aprovação da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Francisco Beltrão. O candidato foi arguido pela Banca Avaliadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Avaliadora considerou o trabalho Aprovado.

Banca Avaliadora:

Denise Szymczak

Coordenadora do Curso de
Engenharia Ambiental

Davi Zacarias de Souza

Professor Orientador

Michelle Milanez

Membro da Banca

Hernan Vielmo

Membro da Banca

Denise Szymczak

Professora do TCC2

“O termo de aprovação assinado encontra-se na coordenação do Curso de
Engenharia Ambiental”

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Área de coleta das amostras.....	17
Figura 2: Croqui da área de coleta das amostras.....	17
Figura 3: Ilustração do método de coleta das amostras.....	18
Figura 4: Fluxograma do Método de Walkley-Black.....	22
Figura 5: Gráfico de declividade da primeira trajetória.....	26
Figura 6: Gráfico de declividade da segunda trajetória.....	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores calculados a partir das médias amostrais.....	28
Tabela 2: Resultado do Teste de Tukey para as amostras de Carbono Orgânico em g/kg de solo.....	29
Tabela 3: Resultado das médias amostrais da quantidade de nitrogênio em g/kg de solo.....	29

AGRADECIMENTOS

À Deus por nos permiti chegar onde chegamos e da forma como chegamos. À minha vovó, Maria Izabel, por me apresentar o sentido da fé, a força pela vida e o porquê de estarmos aqui. Aos meus irmãos Raoany e Dionísio por serem minha base de apoio nos acontecimentos diários. À minha mãe, Irabela por privilegiar a humildade como o segredo para o sucesso. À minha segunda mãe, Andreza Vinagre, pelo apoio e incentivo diário para cada passo dado até aqui. Ao meu pai, Dionísio Tadeu, por ter sido o meu maior exemplo para seguir o caminho nos estudos. Ao meu padrinho, Anderson, por ter destinado horas do seu dia construindo minha educação. À Dona Livramento por ter me dado disciplina. Ao meu companheiro, Fábio, pela paciência durante o período do TCC e pela colaboração de seus conhecimentos para o desenvolvimento do mesmo. À Brenda, Ana Paula, Érika, Andiará e Dayane pelo ombro amigo. Aos meus familiares como todo pelos ensinamentos e lições a serem seguidos.

Ao meu orientador, Davi Zacarias, por todo auxílio para o desenvolvimento desde trabalho. À minha banca de correção composta pelo prof. Hernan e Prof.^a Michelle pelo aceite do convite e pelos conhecimentos prestados.

E aos Técnicos de laboratórios por todo suporte dado para o desenvolvimento das análises. Por fim a todos aqueles que contribuíram de uma forma de outra para o alcance dos meus objetivos.

RESUMO

RIBEIRO, Raiana, de S. **A influência da declividade topográfica sobre o carbono orgânico e nitrogênio total do solo.** 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso superior de Engenharia Ambiental), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2017.

As propriedades químicas, físicas e biológicas do solo podem ser alteradas conforme este é manejado e utilizado. A relação Carbono/Nitrogênio é uma das características que determinam a taxa de decomposição de qualquer material orgânico disponível no solo. O presente trabalho visou aplicar algumas técnicas de caracterização e análises químicas em um Latossolo Vermelho Escuro, com o intuito de levantar dados dos efeitos de diferentes declividades sobre o conteúdo de carbono orgânico e nitrogênio total. As amostras de solo foram coletadas em uma região da zona rural na cidade de Francisco Beltrão – PR, sob uma área a qual é desenvolvida atividades agrícolas rotacionadas, com cultivo de aveia no inverno e milho no verão. A partir do levantamento destes dados e efetuadas análises estatísticas, verificou-se que no trecho onde houve uma menor variação de declividade haviam maiores teores de Carbono e Nitrogênio.

Palavras-chave: Solo; Declividade; Carbono Orgânico; Nitrogênio Total.

ABSTRACT

The chemical, physical and biological properties of the soil can be altered as it is managed and used. The Carbon / Nitrogen ratio is one of the characteristics that determines the rate of decomposition of any organic material assimilated in the soil. The present work aimed to apply some techniques of characterization and chemical analysis on a Dark Red Latosol, in order to collect data of the effects of different slopes on the content of organic carbon and total nitrogen. Soil samples were collected in a rural area in the city of Francisco Beltrão - PR, Under an area which is developed rotating agricultural activities, with winter oats and corn in the summer. From the survey of these data and statistical analyzes, it was verified that in the section where there was a lower slope variation there were higher levels of Carbon and Nitrogen.

Keywords: Solo; Declivity; Organic Carbon; Total Nitrogen.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS	10
2.1 OBJETIVO GERAL	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3 REFERENCIAL TEÓRICO	11
3.1 USOS DO SOLO	11
3.2 CARACTERÍSTICAS DO CARBONO ORGÂNICO DO SOLO	11
3.3 CARACTERÍSTICAS DO NITROGÊNIO TOTAL DO SOLO	13
3.4 RELAÇÃO CARBONO E NITROGÊNIO	14
3.5 DECLIVIDADES	14
4 MATERIAL E MÉTODOS	16
4.1 MÉTODO DE AMOSTRAGEM E CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO	16
4.2 ANÁLISE LABORATORIAIS	18
4.2.1.1 <i>Materiais e Reagentes</i>	19
4.2.1.3 <i>Procedimento</i>	20
4.2.2 MÉTODO DE KJELDAHL	22
4.2.2.1 <i>Materiais e Reagentes</i>	23
4.2.2.2 <i>Preparo das Soluções</i>	23
4.2.2.3 <i>Procedimento</i>	24
4.2.3 Levantamento Topográfico	24
4.3 DELINEAMENTO E ANÁLISES ESTATÍSTICAS	25
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA	28
5.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA RESULTADOS DA DETERMINAÇÃO DOS TEORES DE CARBONO ORGÂNICO	29
5.4 RESULTADO DA DETERMINAÇÃO DE TEORES DE NITROGÊNIO TOTAL	27
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	30

REFERÊNCIAS.....	32
ANEXO A: Médias dos Teores de Carbono Orgânico	35
ANEXO B: Quantidade de Nitrogênio g/kg.....	36
ANEXO C – Cálculo da primeira trajetória.....	37
ANEXO D: Cálculo da segunda trajetória.....	38

1 INTRODUÇÃO

O solo é uma camada encontrada na superfície da crosta terrestre, este sendo crucial para sobrevivência dos seres e suas populações de diferentes espécies, não sendo apenas sinônimo de vida como também desempenha funções que colaboram com os ciclos biogeoquímicos.

O carbono orgânico é dirigente de propriedades presentes no solo, parte do ciclo do Carbono, que é um componente ativo em relação ao desenvolvimento dos ecossistemas terrestres onde fungos e bactérias realizam a decomposição de restos de vegetais e animais. Está intrinsecamente relacionado ao teor de matéria orgânica a qual influencia de modo direto nos aspectos físicos, químicos e biológicos do solo.

O nitrogênio é um macro nutriente atuante no crescimento dos vegetais, responsável pela produção de novas células e tecidos. Na prática, a quantificação dos requerimentos de nitrogênio (N) para o cultivo de milho não é tarefa simples, em razão das diversas reações das quais o nutriente participa no solo (CANTARELLA, 2004) e argumentando que os condicionantes da sua disponibilidade às plantas variam no espaço e no tempo (WELSH, 2003).

Considerando-se que a topografia é a configuração de uma extensão de terra, incluindo todos seus acidentes naturais e artificiais. O relevo presente na área de estudo apresenta diferentes declividades, isto pode acarretar uma discrepância no que diz respeito à quantidade de carbono e nitrogênio presente na área, desta forma, faz-se necessário a verificação separada com embasamento nos aspectos topográficos da área

Explorando a magnitude e importância do solo, o presente trabalho contempla análises efetuadas em uma área de cultivo, com a utilização de rotação de culturas (milho, aveia e descanso), situado na zona rural do município de Francisco Beltrão, Paraná. Realizou-se a quantificação dos teores de carbono orgânico e nitrogênio total à medida que ocorreu uma variação no nível topográfico da área de estudo, considerando que a mudança no relevo poderá influenciar na fração de carbono e nitrogênio presentes.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Verificar a influência da declividade topográfica sobre o teor de carbono orgânico do solo e nitrogênio total em uma área de atividades agrícolas na zona rural de Francisco Beltrão.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar o teor de carbono orgânico e nitrogênio total do solo;
- Avaliar estatisticamente os níveis de carbono orgânico e nitrogênio total do solo sob diferentes declividades.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 USOS DO SOLO

A dependência do ser humano ao solo existe antes mesmo de aprendermos a cultivá-lo. É discutido por arqueólogos e antropólogos, quais as causas pelas quais os humanos abdicaram a vida de coleta e caça em prol do cultivo. Nota-se que o início das primeiras formas de agricultura e manutenção da fertilidade do solo se deu principalmente a partir deste evento (WORSTER, 2003).

O uso do solo para fins agrícolas conseqüentemente altera seus ciclos naturais, porém nele é estabelecido um novo ecossistema o qual pode estabelecer uma condição de equilíbrio que depende das inter-relações de alguns fatores como condições do solo, do clima, do tipo de cultura e das práticas culturais adotadas (JÚNIOR, 2000).

Da mesma forma, outras inúmeras inter-relações entre vários outros atributos como físicos, químicos e biológicos acontecem no solo que contribuem para o controle de processos e aspectos ligados à sua variação com o tempo e espaço. Perante isso, a variação desses atributos, definido pelo manejo e uso do solo, e sua avaliação são importantes para o melhoramento dos manejos e assim atingir um sistema sustentável (CARNEIRO, 2008).

3.2 CARACTERÍSTICAS DO CARBONO ORGÂNICO DO SOLO

Os estoques de matéria orgânica do solo e seus compartimentos desempenham papel determinante na disponibilidade de nutrientes, agregação do solo e no fluxo de gases de efeito estufa entre a superfície terrestre e a atmosfera (LEITE, 2003). Existe uma relação de dependência entre a matéria orgânica (M.O.) e

vários agentes químicos, físicos e biológicos em ecossistemas terrestres. (STRICKLAND, 2010).

O acúmulo de matéria orgânica, que pode ser obtido a partir de um manejo adequado do solo e dos resíduos culturais, geralmente está associado a uma melhora das condições físicas do solo, especialmente pelos benefícios que a matéria orgânica pode trazer à sua estrutura (BRAIDA, 2006).

O manejo sustentável da matéria orgânica do solo é fundamental também para a manutenção da capacidade produtiva do solo a longo prazo. O efeito do manejo sobre os estoques de matéria orgânica é dependente do tipo de solo, porém em sistemas de plantio direto podem ser verificadas diminuições praticamente pela metade da taxa de decomposição da matéria orgânica no solo em comparação ao sistema de preparo convencional, com reflexos positivos no aumento dos estoques de carbono orgânico (CIOTTA, 2003).

A matéria orgânica do solo é fonte primária de nutrientes às plantas, influenciando a infiltração, retenção de água e susceptibilidade à erosão. Ela também atua sobre outros atributos, tais como: ciclagem de nutrientes, complexação de elementos tóxicos e estruturação do solo. Solos tropicais, intensamente intemperizados, apresentam como uma das suas principais características químicas a baixa CTC. Nesses solos, o teor de MOS tem importância preponderante na CTC efetiva (CONCEIÇÃO, 2005).

De acordo com Houghton (1991), os estoques de matéria orgânica do solo em qualquer agroecossistema são obtidos pela interação dos fatores que determinam sua formação e aqueles que promovem sua decomposição. Porém a hipótese mais aceita estabelece um declínio no estoque de matéria orgânica após a conversão de florestas nativas em sistemas agrícolas.

Rangel (2008), afirma que no Brasil, quando a vegetação nativa de uma região é substituída por sistemas agrícolas, os teores de matéria orgânica (MO) podem ter perdas de até 80 % dos estoques iniciais de MO na camada superficial do solo, em período de cinco anos de cultivo dependendo das taxas de adição de resíduos e da intensidade dos processos de decomposição da MO.

Em solos de regiões tropicais, as perdas de carbono (C) observadas após a retirada da vegetação natural e cultivo dos solos são mais aceleradas do que em

regiões temperadas, pois as temperaturas mais elevadas, altos índices pluviométricos e maior atividade microbiana causam rápida decomposição dos materiais orgânicos incorporados e presentes no solo.

3.3 CARACTERÍSTICAS DO NITROGÊNIO TOTAL DO SOLO

Um ciclo biogeoquímico complexo pode ser representado pelo Ciclo do Nitrogênio, pois envolve um processo dinâmico de troca de energia entre a atmosfera, a matéria orgânica e o solo. Deste modo, o estudo desse tema pode gerar conhecimento de certos conceitos químicos e biológicos, além de proporcionar questionamentos e suscitar temáticas que exigem um aprofundamento em áreas do conhecimento como Geografia e Meio Ambiente, entre outras. Em especial, deve-se ter atenção às pesquisas e aos estudos atuais que têm chamado a atenção para a questão ambiental (CAMPOS, 2008).

A proporção de N, nas diferentes profundidades do solo, apresenta o mesmo padrão de distribuição dos teores de C, os valores mais elevados são observados em camadas mais superficiais do solo, onde há maior acúmulo de MO. Em solos agrícolas, os teores de N variam, em geral, de 0,02 a 0,5 %, sendo que 98% do N total encontra-se na forma orgânica. A relevância da inclusão do N nos estudos que avaliam a MOS reside no fato de os compostos orgânicos representarem um importante reservatório de formas de N potencialmente disponíveis para as culturas (RANGEL, 2008).

Além de apresentar relevante importância no que se refere às suas funções no metabolismo das plantas, contribuindo como constituinte de moléculas de proteínas, coenzimas, ácidos nucleicos, citocromos, clorofila, o nitrogênio é um dos nutrientes mais relevantes para o aumento da produção vegetal (FERREIRA, 2001).

Como a maior parte desse N é liberada durante a fase inicial da decomposição, onde a demanda em N pela cultura em sucessão é baixa, o N poderá acumular-se no solo, aumentando o potencial de perdas via volatilização de amônia, desnitrificação e, ou, lixiviação de nitrato (AITA, 2004).

3.4 RELAÇÃO CARBONO E NITROGÊNIO

Os principais elementos da matéria orgânica do solo são o C e o N, seus estoques irão variar em função das taxas de adição, por resíduos vegetais e, ou, animais, e de perda, dentre elas, as oriundas da erosão e da oxidação pelos microrganismos do solo. Em solos com ausência de ação antrópica, o teor e o estoque desses elementos são determinados basicamente pela temperatura, pela umidade e pelo tipo de solo (SOUZA, 2009).

As leguminosas distinguem-se das demais plantas pela capacidade de atuar simbioticamente com as bactérias capazes de fixar o N₂ atmosférico e pela estreita relação C/N em sua carcaça, o que confere uma ligeira mineralização do N presente em seus resíduos culturais (HEINZMANN, 1985).

O manejo dos resíduos culturais, em superfície ou incorporação no solo, resulta em diferentes velocidades de decomposição. Assim o estudo da matéria orgânica, bem como sua relação com o manejo, deve visar desenvolver estratégias para utilização sustentável dos solos, com vistas em reduzir o impacto das atividades agrícolas sobre o ambiente (TORRES, 2005).

Isso se torna imprescindível principalmente em atividades agrícolas desenvolvidas em encostas, com o preparo do solo realizado sob condições de pouco conhecimento ou tecnologia, tais práticas intensificam o processo erosivo que favorece a diminuição da fertilidade dos solos além de contribuir para a redução dos estoques de material orgânico e acelerar a degradação do conjunto de propriedades edáficas associadas à matéria orgânica do solo (PINHEIRO, 2004).

3.5 DECLIVIDADES

Os aspectos topográficos como a declividade do solo em conjunto com outros fatores da superfície do solo produzem uma variedade de situações ambientais, tais como: gradientes de umidade no solo entre o topo e a base da vertente; favorecimento do transporte de partículas de solo ao longo do perfil; interferência na organização vertical do dossel, ocasionando variações nos ângulos de penetração e distribuição

de luz (PARRON, 2004).

Conforme a variação da declividade a erosão hídrica é um dos principais problemas relacionados ao manejo dos solos no país. Ela tem contribuído para o empobrecimento e redução ou perda de sustentabilidade dos agro- ecossistemas, decorrentes do arraste de solo, água, nutrientes e carbono orgânico a ela associada. A erosão hídrica, fundamentalmente, é a ação erosiva da chuva sobre o solo. A degradação do solo ocorre em geral a partir da interferência antrópica sobre esse recurso natural. A erosão, a lixiviação, a compactação do solo e a perda de matéria orgânica são exemplos de processos degradativos em sistemas agrícolas (SILVA, 2005).

A movimentação de nutrientes entre seus compartimentos, a transferência destes entre o ecossistema em estudos e outros ecossistemas, consiste no conhecido ciclo dos nutrientes. Assim, nos ecossistemas, os elementos são continuamente transferidos entre os compartimentos bióticos e os abióticos. A ciclagem de nutrientes abrange as trocas de elementos minerais entre os seres vivos e o ambiente que os circunda, centrando-se nas relações entre a vegetação e o solo. Por meio dela, obtêm-se informações sobre a distribuição de nutrientes no ecossistema, podendo-se inferir sobre os fluxos entre os diferentes compartimentos (BORÉM, 2002).

De acordo com Primavesi (1987) a declividade dos terrenos pode influenciar diretamente na quantidade de M.O.S, nitrogênio e outros nutrientes presentes no solo afetando a disponibilidade desses às plantas. Portanto o estudo das variações desses componentes em relação a topografia do terreno é base para a identificação de locais receptores, intermediários e doadores de matéria, possibilitando a partir daí a proposição de técnicas de controle.

Os estoques de nitrogênio, bem como os estoques de carbono orgânico no solo, são fortemente influenciados pelo uso e manejo da terra. Uma gestão pode aumentar os teores de N ou diminuí-los. Além disso, a posição topográfica também pode afetar os estoques, pois estes podem aumentar ao longo da declividade devido à deposição de solo erodido de posições topográficas mais altas ou diminuir em posições topográficas por erosão (LOZANO, 2016).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MÉTODO DE AMOSTRAGEM E CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

A cidade de Francisco Beltrão fica no Sudoeste do Estado do Paraná, possuindo 735,111 Km² e 78.943 habitantes de acordo com o Censo de 2010 (IBGE, 2013), sendo assim a maior do Sudoeste do Paraná destacando-se por sua economia na produção agroindustrial.

O clima apresentado no município de Francisco Beltrão é subtropical úmido mesotérmico tendo sua temperatura média anual entre 18 a 22°C. A pluviosidade média anual do município apresenta-se na faixa de 1.934 mm, sendo que em relação ao mês mais quente do ano (janeiro), o mês mais seco (julho) apresenta uma diferença de precipitação de 93 mm. Com base nos dados da MINEROPAR, A constituição geológica é relativamente simples, representada por rochas basálticas.

De acordo com o atlas geomorfológico do estado do Paraná, Francisco Beltrão está situado no Terceiro Planalto Paranaense, mais precisamente na sub-unidade morfoescultural número 2.4.15, chamada de Planalto de Francisco Beltrão, possui dissecação média. A altitude varia de 340m a 860 m. Possui topos alongados, vales em forma de V aberto, vertentes convexas. Essas formações se deram sobre a Serra Geral (MINEROPAR; UFPR, 2006)

O solo em estudo, caracterizado em campo como Latossolo Vermelho Escuro, foi coletado em uma propriedade na zona rural de Francisco Beltrão – PR, Comunidade do Rio Pedreira (Figura 1), no qual foram obtidas um total de 20 amostras de solo, 5 pontos com 4 repetições (Figura 2). Em cada bloco de coleta, feitos sob uma profundidade de 20cm, foi utilizando o método transecto (zig-zag), com distanciamento de 1m de uma coleta para outra, garantindo desta maneira, uma melhor abrangência da área analisada(Figura 3).



Figura 1: Área de coleta das amostras.

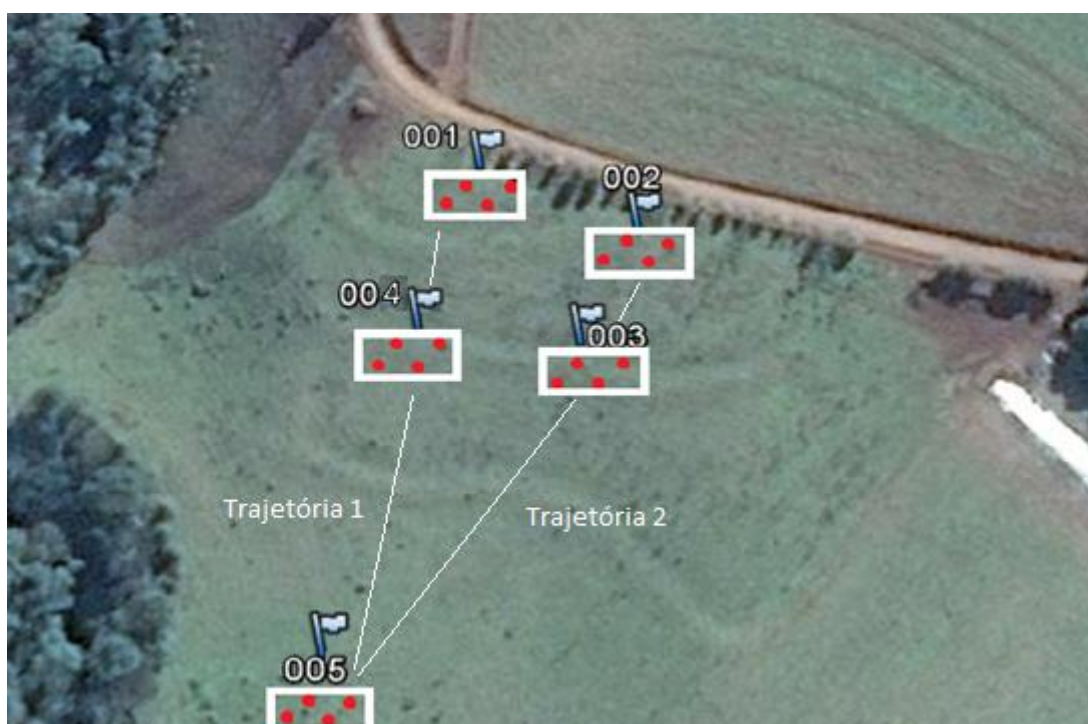


Figura 2: Croqui da área de coleta das amostras.

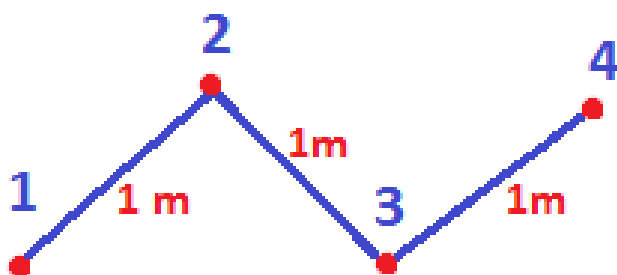


Figura 3: Ilustração do método de coleta de cada amostras.

Com o auxílio do GPS de navegação obteve-se a localização de cada coleta realizada, sob o mesmo local foi verificado, utilizando um teodolito, modelo Spectra Precision DET-2, a diferença de declividade entre os pontos de análise. Exceto nos pontos 3 e 4 (Figura 2), que a verificação da declividade foi feita antes e depois dele, devido a distância dos trechos coletados serem grandes.

Nas áreas onde foram realizadas as coletas são desenvolvidos os seguintes tipos de uso: Cultivo com milho durante a safra de verão e aveia preta para pastejo de vacas leiteiras durante o inverno.

4.2 ANÁLISE DAS LABORATORIAIS

Os métodos de ensaio laboratorial utilizados foram embasados nas normas da ABNT: NBR 13.796, onde dispõe, entre outros, os métodos de determinação de nitrogênio. Para a verificação do Carbono Orgânico do solo foi utilizado o método de Walkley-Black, o mesmo realizado pelo laboratório da EMBRAPA. E para a análise dos aspectos topográficos foi utilizado teodolito para a determinação da declividade verificação angular do terreno.

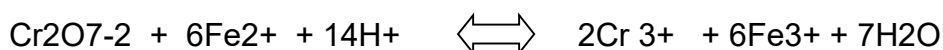
4.2.1 Método de Walkley-Black

O procedimento empregado segue o mesmo padrão das análises utilizadas no

laboratório de solo, água e plantas da EMBRAPA. Têm por objetivo a determinação dos teores de carbono orgânico do solo.

Neste método, o C do solo foi oxidado por uma solução oxidante, assumindo-se que todo o C do solo esteja em um estado de oxidação zero (C⁰), com a utilização de dicromato (Cr₂O₇²⁻) em meio ácido como oxidante.

A dosagem é feita por meio da titulação do dicromato remanescente da oxidação quando este é colocado em excesso. A titulação do dicromato foi feita com uma solução de ferro reduzido (FeSO₄·7H₂O) em meio ácido, utilizando como indicador difenilamina conforme a reação:



4.2.1.1 Materiais e Reagentes

Vidrarias de laboratório;

Para a reação: Dicromato de potássio, Ácido Sulfúrico e Difenilamina;

Para a titulação :Sulfato ferroso amoniacal.

4.2.1.2 Preparo das Soluções

Dicromato de Potássio – 1N

Foi seco 50g de dicromato de potássio (K₂Cr₂O₇), durante duas horas na estufa com temperatura de 105 °C. Após retirado da estufa, foi colocado no dessecador contendo sílica gel por um período de 60min para o resfriamento. Com o auxílio da balança analítica foi pesado 49,03 g (figura-) do reagente seco. Dissolveu-se com água destilada em um Bécker e foi transferido para um balão volumétrico de 1000 ml e avolumou-se.

Sulfato Ferroso Amoniacal – 0,2500 (M)

Pesou-se 196,08 g do sólido, foi dissolvido em 500mL de água destilada e transferido para um balão volumétrico de 2000 mL. Foi adicionado à solução 10 mL

de ácido sulfúrico concentrado (H₂SO₄) e em seguida avolumou-se. A solução por ser instável e reagir com a presença de luminosidade foi preparada no escuro e armazenada em vidro fosco, envolvidos por papel alumínio.

Difenilamina em Ácido Sulfúrico (Difenilamina 0,5% em H₂SO₄ – 4:1)

Foi pesado 0,5 g de difenilamina, dissolveu-se em 20 mL de água destilada, transferiu-se para um balão volumétrico de 100 mL e completou-se até o menisco com ácido sulfúrico concentrado.

4.2.1.3 Procedimento

Foi feita uma prova em branco para verificação da concentração (N) do sulfato ferroso amoniacal devido a sua instabilidade. Foi pipetado 10 mL de dicromato – 1N para um erlenmeyer de 500 mL, em seguida adicionou-se 20 mL de ácido sulfúrico concentrado, agitou-se a solução por um minuto e foi deixado em repouso durante trinta minutos para resfriar, em seguida foi adicionado 150 mL de água destilada, 5,0 mL de ácido Fosfórico a 95% e 0,5 mL de difenilamina a 5% em ácido sulfúrico 1:4, titulou-se a solução com o sulfato ferroso amoniacal até virar para uma cor verde esmeralda. Para o cálculo da normalidade foi utilizado a seguinte fórmula:

$$\text{Normalidade do Fe (NH}_4\text{)}_2\text{(SO}_4\text{)}_2 = (V_a \times N_a) / V_g, \text{ onde:}$$

V_a = Volume do dicromato pipetado;

N_a = Normalidade do dicromato;

V_g = Volume de sulfato ferroso amoniacal gasto na prova em branco.

Os procedimentos a seguir foram feitos em 20 repetições, para contemplar as vinte amostras de solo. Pesou-se aproximadamente 30 g de cada amostra e foi anotado. As amostras foram levadas para estuda regulada a 65 °C durante 48 horas,

após retirada, o material foi pesado. Determinou-se a percentagem de matéria seca utilizando a seguinte fórmula:

$$U\% = [(Ms - Mu) / Ms] \times 100, \text{ onde:}$$

U% = Percentagem de matéria seca

Ms = Matéria Seca (saindo da estufa)

Mu = Matéria Úmida (antes de entrar na estufa)

O solo foi moído e passado em peneira de 50 mpp, em seguida pesou-se 0,2000 g da amostra com precisão até a quarta casa decimal, e colocada em um erlenmeyer 250 mL. Adicionou-se 20 mL da solução de dicromato de potássio – 1N em seguida 40 mL de ácido sulfúrico concentrado, com cautela e dentro da capela de exaustão pois houve a liberação de calor. O erlenmeyer foi agitado manualmente durante um minuto e em seguida deixado em repouso durante trinta minutos. A solução foi diluída 1:5, ou seja, acrescentou-se 100 mL de água, pois foi utilizado 20mL da solução de dicromato – 1N, da solução diluída foi pipetado 50ml e transferida para um erlenmeyer 500mL, foi adicionado 150mL de água destilada, 10mL de ácido fosfórico a 95% e 1,0 mL de difenilamina a 5% em ácido sulfúrico 1:4. Finalizando foi titulado com sulfato ferroso amoniacal 0,2500N até viragem da cor laranja para verde esmeralda.

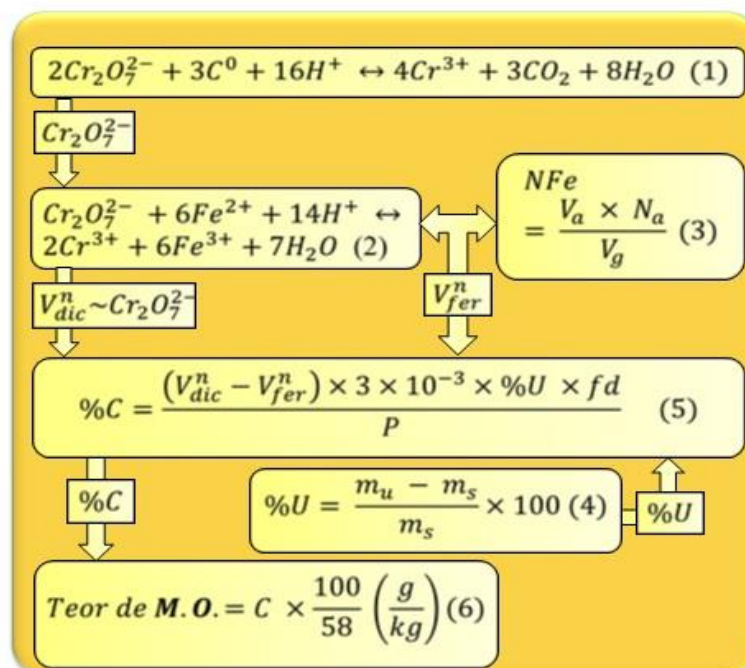


Figura 4: Fluxograma do Método de Walkley-Black; $Cr_2O_7^{2-}$ = Dicromato de Potássio.
N_{Fe} = Normalidade da prova em Branco.
V_{fer}ⁿ = Volume de Sulfato Ferroso Amoniacal x Normalidade da Prova em Branco.
V_{dic}ⁿ = Volume de Dicromato de Potássio.

A figura quatro apresenta um fluxograma com o intuito de simplificar o método aplicado para quantificação de Carbono Orgânico em gramas por quilograma de solo. Salientando, desta maneira, as fórmulas matemáticas utilizadas para o desenvolvimento do método por ordem de execução. Assim como a reprodução escrita das reações químicas ocorrentes no processo de oxidação do dicromato de potássio.

4.2.2 MÉTODO DE KJELDAHL

O procedimento pontuado a seguir é baseado no método descrito por J. Kjeldahl em 1883 foram feitas algumas alterações com o intuito do aumento da sensibilidade e exatidão do método. No método de Kjeldahl, o N da amostra é reduzido a NH_4^+ pela digestão com H_2SO_4 concentrado.

4.2.2.1 Materiais e Reagentes

Vidrarias de Laboratório;

Para reações: Ácido Sulfúrico Concentrado, Hidróxido de Sódio (NaOH), Sulfato de cobre hidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), Sulfato de Sódio (Na_2SO_4), Ácido Sulfúrico, Concentrado (H_2SO_4), Selênio (Metálico);

Para Titulação: Ácido Bórico e H_2SO_4 0,025M.

4.2.2.2 Preparo das Soluções

NaOH 10M

Pesou-se 400g de hidróxido de sódio, o soluto foi dissolvido em 800mL de água destilada em um Becker com o auxílio de um bastão de vidro, a solução ficou durante uma hora em banho maria com gelo, após esfriar, transferiu-se para um balão volumétrico 1000mL e o volume foi completado com água destilada.

Mistura de Digestão

Foi pesado 100g de sulfato de sódio, 10g de sulfato de cobre hidratado e 1g de selênio metálico, em seguida os três reagentes foram colocados em um almofariz e moído com o auxílio do pistilo.

Indicador Ácido Bórico

Dissolveu-se 40g de ácido bórico em 1400mL e água quente, após o resfriamento foi transferido para um balão volumétrico 2L contendo 400mL de etanol 95% e 40mL de uma solução obtida pela dissolução de 0,660g de verde de bromocresol e 0,330g de vermelho de metila em 1000mL de etanol 95%. Adicionou-se cuidadosamente NaOH 0,05M até que se observou levemente uma mudança na coloração de roxo para verde claro ao adicionar 1mL de água destilada e 1mL do indicador. As soluções foram misturadas no balão volumétrico, adicionou-se

cuidadosamente completou-se o menisco do balão com água destilada.

H₂SO₄ 0,025M

Foi dissolvido 1,4mL de H₂SO₄ concentrado em 1000mL de água destilada.

4.2.2.3 Procedimento

Das amostras foi utilizado aproximadamente 0,5g, em seguida, nas amostras foi adicionado 1mL de H₂O₂ a 30%, 2mL de H₂SO₄ e esperou-se durante 15 min para o resfriamento da solução; À solução acrescentou-se 0,7g da mistura de Digestão (100g de Na₂SO₄, 10g de CuSO₄.5H₂O e 1g de selênio metálico).

As soluções foram colocadas no Bloco Digestor, e após a Temperatura alcançar 100°C a cada 10min aumentou-se a Temperatura em 10°C, em até o Bloco estabilizar-se em 250°C (em 200°C a solução começou a volatizar em grande quantidade), após 20min a temperatura foi modificada para 260°C, as partículas envolvida pelo gás adquiriram uma coloração avermelhada (O bloco Digestor nesse momento marcava uma variação de 6°C) ao alcançar a temperatura de 300°C a solução apresentou caráter esverdeado em 315°C, manteve-se a 320°C por 3hs após isso o aparelho foi desligado.

Após o resfriamento do mesmo foi adicionado 5mL de água destilada e agitou-se. Transferiu-se quantitativamente para um frasco de destilação de 100ml utilizou-se 20mL de água destilada.

O frasco de destilação foi conectado ao destilador fracionado e em seguida foi adicionado vagorosamente pelo funil 10mL de NaOH 10M. A solução foi destilada em 5mL de indicador Ác. Bórico.

Após coletar aproximadamente 40mL de destilado interrompeu-se a destilação e titulou-se com H₂SO₄ 0,025M. O procedimento foi realizado para cada uma das 20 amostras de solo.

4.2.3 Levantamento Topográfico

O método utilizado para coleta das declividades topográficas foi o de

nivelamento trigonométrico que se baseia na medida de distâncias horizontais e ângulos de inclinação para a determinação da cota ou altitude de um ponto, através de relações trigonométricas, utilizou-se um teodolito (Spectra Precision DET-2) como instrumento de precisão para medir ângulos horizontais e ângulos verticais. A altimetria ou nivelamento tem por finalidade determinar a distância vertical ou diferença de nível entre diversos pontos.

4.3 DELINEAMENTO E ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Segundo Gonçalves (2001), as análises estatísticas possibilitam a verificação e interpretação de dados, os quais podem ser empregados de forma a facilitar a organização, esquematização, e apresentação de resultados a partir dos dados, dando a estes elementos uma importância e uma razão de ser.

Esta abordagem é muito utilizada na área de estudo do solo, pois permite a comparação entre as características obtidas por meio das análises do solo, se possa obter resultados confiáveis e a partir destes firmar conclusões dado que o objetivo da estatística é a produção da melhor qualidade de informação possível baseado nos dados disponíveis (MILAN, 2002).

A Análise de Variância (ANOVA) procura diferenças entre médias de grupos. Quando as médias são bem diferentes, existe um alto grau de variação entre as condições. Se não existirem diferenças entre as médias dos grupos, não existe variação. As variações entre grupos surgem como efeito de tratamentos ou experimentos, diferenças individuais e erro experimental. Para analisar essas variações a ANOVA compara a variância entre grupos e a variação intra grupo ou dentro do grupo.

Para a comparação entre características químicas do solo conforme o nível topográfico, obtidos através das análises citadas anteriormente, foi desenvolvida a análise da variância ANOVA e posteriormente foi aplicado o teste de Tukey utilizando nível de significância de 5%. As análises foram desenvolvidas com o auxílio do programa R-Excel, que é uma extensão do Microsoft Office Excel para o software livre R-Studio.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Declividade Topográfica

O gráfico (Figura 5) apresenta os resultados das declividades em graus e em porcentagem (ANEXO C), estas medidas foram realizadas durante a primeira trajetória, esta, sendo denominada pelas ligações em linha reta do ponto um ao ponto quatro e deste ao ponto cinco. Pode observar uma maior variação de declividade no trecho 2 seguido do trecho 3. As setas correspondem a localização das retiradas as amostras durante o trajeto.

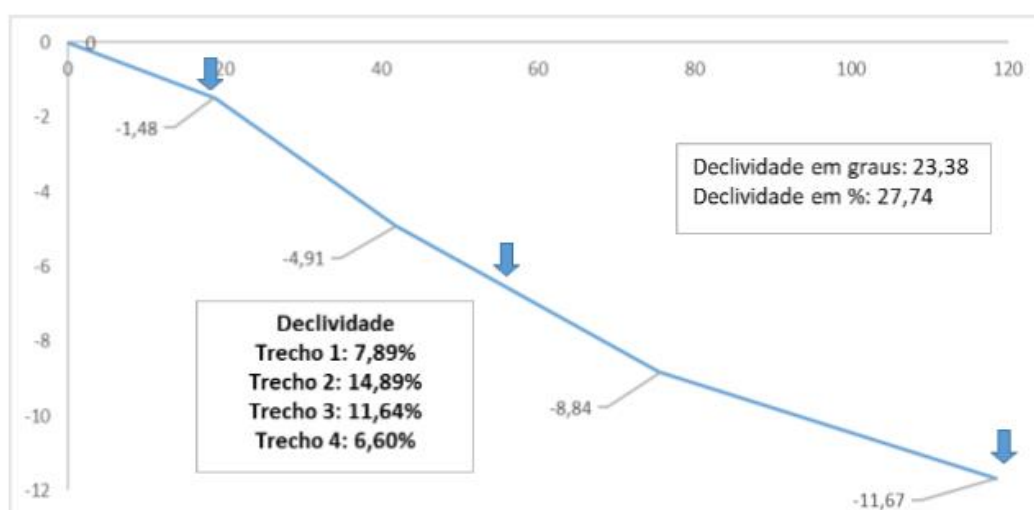


Figura 5: Gráfico de declividade da primeira trajetória.

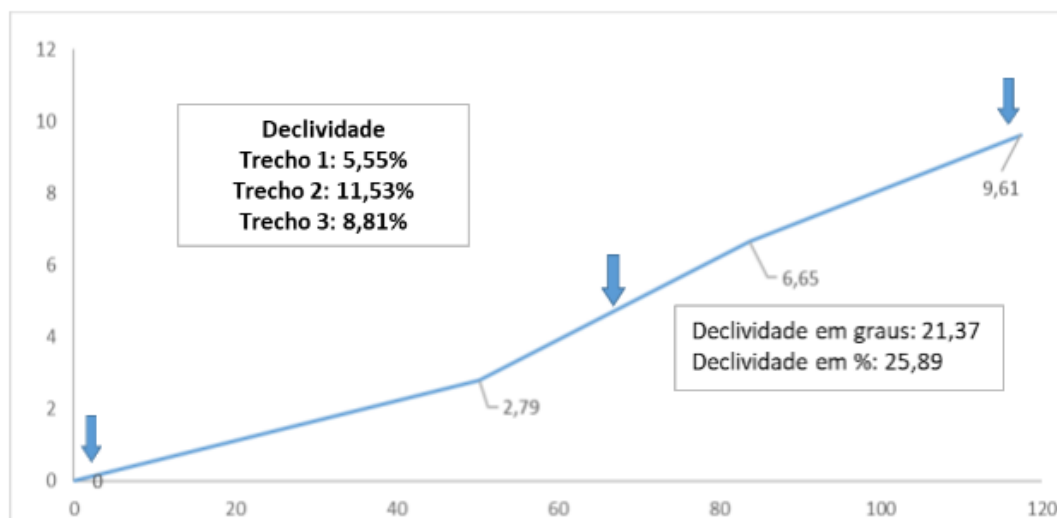


Figura 6: Gráfico de declividade da segunda trajetória.

O gráfico a cima representa os valores referentes à declividades em graus e em percentagem (ANEXO D) da segunda trajetória que corresponde a ligação em linha reta do ponto dois ao ponto três e deste ao ponto cinco. Pode-se observar uma menor variação na declividade do trecho 1 (5,55%) e uma maior variação da declividade no trecho 2.

5.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A obtenção dos resultados das análises químicas dos solos foram as repostas iniciais, que serviram de base para os próximos passos, assim como a caracterização do solo estudado que por sua vez atuou de alicerce para pesquisas probabilísticas de cunho comparativo em seus diferentes níveis topográficos as quais possibilitaram o reconhecimento das possíveis variações ou alterações que ocorreram.

A hipótese inicial foi de que ocorresse uma variação na quantificação nos teores de Carbono e Nitrogênio presente em cada nível, e com a realização do teste probabilístico, com nível de significância de 5%, foi possível a verificação da discrepância entre os pontos estudados.

5.3 RESULTADOS DA DETERMINAÇÃO DOS TEORES DE CARBONO ORGÂNICO

A tabela 01 apresenta os dados obtidos a partir da coleta e aplicação do Método Walkley – Black (Figura 4). Para o cálculo (ANEXO A) foi utilizado o auxílio de fórmulas de estatística (ALBERTO, 2010) e fórmulas químicas (EMBRAPA, 2008).

Tabela 1: Valores calculados a partir das médias amostrais

ÁREA	%U	Vnfer	%C	M.O.
1	41,01	64,92	10,74	18,52
2	38,66	59,07	14,19	24,46
3	36,08	60,77	12,31	21,23
4	34,38	58,77	12,79	22,06
5	38,48	60,37	13,16	22,70

%U: Percentagem de Umidade;

Vnfer :Volume de Sulfato Ferroso Amoniacal (mL); %C: Percentagem de Carbono;

M.O.: Teor de Matéria Orgânica (g/Kg)

A tabela apresenta uma comparação entre os resultados obtidos nos cinco pontos de coleta. Por meio dos cálculos matemáticos, foram obtidas médias por meio de dispersão estatística. O volume de sulfato ferroso amoniacal utilizado na titulação está relacionado com a quantidade de carbono presente na solução, aonde apresentou o maior volume utilizado de sulfato ferroso amoniacal foi encontrado a menor percentagem de carbono e por consequência o menor teor de matéria orgânica, visto que a maior parte dos constituintes da M.O. é formada por carbono.

Tabela 2: Resultado do Teste de Tukey para as amostras de Carbono Orgânico em g/kg de solo.

Ponto de Coleta	Médias	Grupos
2	14,19	A
5	13,16	A
4	12,79	Ab
3	12,31	Ab
1	10,74	B

A tabela 02 apresenta os resultados oriundos do Teste de Tukey para carbono orgânico, esta análise testa a igualdade das médias de carbono orgânico em cada ponto de coleta. Pode-se observar que o ponto 5 e 2 apresentam médias iguais estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância, pois as letras “a” correspondentes ao grupo desses dois, são iguais. O ponto 1 é diferente de todos os demais, e os pontos 3 e 4 apresentam quantificações de carbono em gramas por quilograma de solo iguais estatisticamente.

5.4 RESULTADO DA DETERMINAÇÃO DE TEORES DE NITROGÊNIO TOTAL

A tabela 03 apresenta as médias amostrais (ANEXO B) das quantidades encontradas de nitrogênio em cada ponto de coleta em ordem decrescente. O maior teor de nitrogênio total do solo foi encontrado no ponto dois, e o menor teor foi identificado no ponto um.

Tabela 3: Resultado das médias amostrais da quantidade de nitrogênio em g/kg de solo.

Ponto de Coleta	Médias	Grupos
2	3,745	A
5	3,36	B
4	2,52	C
3	2,345	Cd
1	2,135	D

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista a atuação profissional do engenheiro ambiental, que objetiva a solução de problemas relacionados ao meio ambiente, sejam estes os mais diversos, é possível identificar a relevância do presente trabalho no que se refere ao estudo de solo.

Adentrando mais ao tema, se faz importante entender que o solo é composto de alguns nutrientes, a título de exemplo, fósforo, magnésio, potássio, cálcio, dentre outros, os quais no presente trabalho se destacaram o carbono e o nitrogênio, este o principal elemento responsável pelo crescimento vegetal e aquele diretamente relacionado a quantidade de matéria orgânica presente no solo.

Neste sentido é cabível compreender que a quantificação dos teores de carbono orgânico e nitrogênio total do solo são influenciados pela mudança das declividades topográficas. Assim, neste estudo foram realizadas vinte coletas, em locais de diferente declividade, em uma área de plantação de aveia e milho, localizada na Comunidade Rio Pedreira, no município de Francisco Beltrão/PR.

No decorrer das pesquisas, foram encontradas algumas dificuldades no que diz respeito a incidência pluviométrica, tendo em vista que as coletas foram feitas no período chuvoso, logo, podendo permitir a alteração dos resultados. Válido destacar que se orienta que a coleta seja feita em solo seco, motivo pelo qual foi necessário aguardar três dias consecutivos com ausência de chuva para a realização da retirada do material.

Durante as pesquisas em laboratório foram realizadas as análises químicas necessárias, a fim de determinar os teores em cada amostra dos elementos carbono e nitrogênio. Desta forma, ao fim dos estudos teóricos e práticos, foi permitido identificar que o menor teor de Nitrogênio e Carbono Orgânico foram encontrados no topo (ponto 1) da área experimental, e o maior teor foi identificado na segunda área de coleta amostral (ponto 2), correspondendo ao trajeto onde houve uma menor variação em sua declividade topográfica, no que tange a menor variação em termos percentuais da declividade topográfica é possível identificar uma menor dispersão dos

nutrientes por meio de agentes externos.

Isto posto, entende-se que os resultados obtidos servirão de base para o manejo adequado da área estudada se necessário, e as metodologias empregadas para o desenvolvimento do projeto poderão vir a ser úteis para novas pesquisas relacionadas ao tema, contribuindo assim para os problemas ambientais da sociedade.

REFERÊNCIAS

ALBERTO, Pedro. **Estatística para os Cursos de Engenharia e Informática**. 3 ed. São Paulo : Editora Atlas.2010.

AITA, C., GIACOMINI, S. J., HÜBNER, A. P., CHIAPINOTTO, I. C., & FRIES, M. R. **ConSORCIAÇÃO de plantas de cobertura antecedendo o milho em plantio direto. I-dinâmica do nitrogênio no solo**. Bras. Ci. Solo,v. 28, p. 739-749, SC Nov.2004.

BORÉM, R. A. T., & RAMOS D. P. **Variação estacional e topográfica de nutrientes na serapilheira de um fragmento de mata atlântica**. V.8, n.2, p.42-59, CERNE, Diamantina MG jun 2002.

BRAIDA, J. A., REICHERT, J. M., VEIGA, M. D., & REINERT, D. J. Resíduos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtida no ensaio proctor. **Revista brasileira de ciência do solo**, v.30, n.4, p. 605-614, Viçosa MG, Jul. 2006.

CAMPOS, A. F., & DE LIMA, E. N. Ciclo do nitrogênio: abordagem em livros didáticos de ciências do ensino fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 1, p. 35-44, João Pessoa Dez. 2007.

CIOTTA, M. N., BAYER, C., FONTOURA, S. M. V., ERNANI, P. R., & ALBUQUERQUE, J. A. Matéria orgânica e aumento da capacidade de troca de cátions em solo com argila de atividade baixa sob plantio direto. **Ciência Rural**, v. 33, n. 6, p. 1161-1164, Guarapuava PR, Nov. 2003.

CONCEIÇÃO, P. C., AMADO, T.J.C., MIELNICZUK, J., SPAGNOLLO, E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **R. Bras. Ci. Solo**, V. 29, P. 777-788, Porto Alegre RS, Ago. 2005.

EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Manual de métodos de análise de solos.** 2 ed. rev. Atual. p.212, Rio de Janeiro, Jan.2008.

FERREIRA, B. A. C., ARAÚJO, A. G. A., PEREIRA, P.R.G. & CARDOSO, A. A.. Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 1, p. 131-138, Viçosa, MG, Mar. 2001.

HOUGHTON, R.A.; SKOLE. D.L. & LEFKOWITZ, D.S. **Changes in the landscape of latin america between 1850 and 1985.** ii net release of co2 to the atmosphere. *for. ecol. manag.* v. 38, p. 173-199, Fev. 1991.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades: Francisco Beltrão. 2013.** Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 30 jun. 2017.

LEITE, L. F. C., MENDONÇA, E. S., NEVES, J. C. L., MACHADO, P. L. O. A. & GALVÃO J. C. C. Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 27, p. 821-832, Viçosa MG, Nov. 2003.

LOZANO-GARCÍA, B., PARRAS-ALCÁNTARA, L., & BREVIK, E. C. Impact of topographic aspect and vegetation (native and reforested areas) on soil organic carbon and nitrogen budgets in Mediterranean natural areas. **Science of the Total Environment**, v. 544, p. 963-970, 2016.

MINEROPAR; UFPR. **Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná.** Curitiba. 2006. 63p.

PARRON, L. M. **Aspectos da ciclagem de nutrientes em função do gradiente topográfico, em uma mata de galeria no Distrito Federal.** p.7 Universidade de Brasília, Brasília abr 2004.

PINHEIRO, E. F. M., PEREIRA, M. G., ANJOS, L. H. C., & MACHADO, P. L. O. A.

Fracionamento densimétrico da matéria orgânica do solo sob diferentes sistemas de manejo e cobertura vegetal em Paty do Alferes (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 4, p. 731-737, Rio de Janeiro RJ, Jul. 2004.

PREFEITURA DE FRANCISCO BELTRÃO. **Aspectos físicos e políticos.**

Disponível em: < <http://franciscobeltrao.pr.gov.br/secretarias/obras-e-urbanismo/aspectos-fisicos-e-politicos/> >. Acesso em: 10 mai. 2017.

RANGEL, O. J. P., SILVA, C. A., GUIMARÃES, P. T. G., MELO, L. C. A., & OLIVEIRA JÚNIOR, A. C. Carbono orgânico e nitrogênio total do solo e suas relações com os espaçamentos de plantio de cafeeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n.5, p. 2051-2059, Piracicaba SP, Ago. 2008.

SILVA, A. D., SILVA, M. L. N., CURI, N., LIMA, J. D., AVANZI, J. C., & FERREIRA, M. M. Perdas de solo, água, nutrientes e carbono orgânico em Cambissolo e Latossolo sob chuva natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, V.40, n.12, p.1223-1230, 2005.

SOUZA, E. D. D., COSTA, S. E. V. G. D. A., ANGHINONI, I., CARVALHO, P. C. D. F., ANDRIGHETTI, M. H., & CAO, E. G. Estoques de carbono orgânico e de nitrogênio no solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. **Revista brasileira de ciência do solo**. V. 33, n. 6, p. 1829-1836, Campinas SP Nov./Dez. 2009.

STRICKLAND, M. S.; ROUSK, J. Considering fungal: bacterial dominance in soils – Methods, controls, and ecosystem implications. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 42, n. 9. p. 1385-1395, Mar. 2010.

TORRES, J. L. R., PEREIRA, M. G., ANDRIOLI, I., POLIDORO, J. C., & FABIAN, A. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 4, p. 609-618, Jaboticabal SP, Mai. 2005.

ANEXO A - Médias dos Teores de Carbono Orgânico

CARBONO ORGÂNICO				
peso da amostra para o Calc. de carbono (g)	V. sulfato ferroso amoniacal (ml)	V. dicromato de potássio	Carbono Orgânico %	Media CO total (%)
0,2005	65,9	20	9,829849811	10,7421274
0,202	65,8	20	9,380159683	
0,2053	63,9	20	11,66663217	
0,201	64,1	20	12,09186796	
0,2061	57,5	20	14,81434251	14,19010559
0,2062	57,5	20	15,28741225	
0,2015	60,5	20	12,87783823	
0,2034	60,8	20	13,78082939	
0,2017	60	20	13,50278407	12,317258
0,2013	61,3	20	11,65077577	
0,2017	61	20	12,34471648	
0,2	60,8	20	11,7707557	
0,2009	58,5	20	13,19560763	12,79925043
0,2064	58,5	20	13,03045539	
0,2049	59,1	20	12,51329305	
0,2073	59	20	12,45764567	
0,2026	60,5	20	13,55473392	13,1660735
0,205	61,5	20	13,0792687	
0,2077	60,5	20	11,83872522	
0,2047	59	20	14,19156615	

ANEXO B - Quantidade de Nitrogênio g/kg

NITROGÊNIO		
H2 SO4 - 0,025M (ml)	Nitrogênio Total (%)	média
1,6	1,96	2,135
1,8	2,24	
1,6	1,96	
1,9	2,38	
2,8	3,64	3,745
2,9	3,78	
3	3,92	
2,8	3,64	
1,8	2,24	2,345
1,9	2,38	
2	2,52	
1,8	2,24	
2	2,52	2,52
2,1	2,66	
1,9	2,38	
2	2,52	
2,6	3,36	3,36
2,5	3,22	
2,6	3,36	
2,7	3,5	

LEGENDA

	Ponto 1
	Ponto 2
	Ponto 3
	Ponto 4
	Ponto 5

ANEXO C - Calculo da primeira trajetória

EST	AI	VERT	fio inf	fio sup	fio méd	ang. vert	ang. horz	azim	DH
E1	1,530	1	1,000	1,188	1,094	86,8169	136,8147	136,8147	18,74
	1,505	2	1,000	1,235	1,1175	82,4931	155,7597	155,7597	23,10
	1,470	3	1,000	1,341	1,1705	83,8608	154,9664	154,9664	33,71
	1,468	4	1,000	1,435	1,2175	86,5544	114,7444	114,7444	43,00
									118,55

DN	cota	X	Y	Declividade %	Declividade Graus
1,48	101,48	12,826	-13,67	7,89	4,50988
3,43	103,43	9,484	-21,06	14,86	8,44958
3,93	103,93	14,264	-30,54	11,64	6,64191
2,84	102,84	39,054	-18,00	6,60	3,77799
				27,74	23,37936

ANEXO D - Calculo da segunda trajetória

EST	AI	VERT	fio inf	fio sup	fio méd	ang. vert	ang. horz	azim	DH
E1	1,530	1	1,000	1,504	1,252	87,1397	139,7342	139,7342	50,27
	1,437	2	1,000	1,339	1,1695	83,8739	139,7336	139,7336	33,51
	1,500	3	1,000	1,338	1,169	85,5250	172,4628	172,4628	33,59
									117,38

DN	cota	X	Y	Declividade %	Declividade Graus
2,79	102,79	32,494	-38,36	5,55	3,17622
3,86	103,86	21,661	-25,57	11,53	6,57783
2,96	102,96	4,407	-33,30	8,81	5,03564
				25,89	21,36753